

# De Effectiviteit van Werkgeheugentraining op Werkgeheugen en Rekenvaardigheid van Kinderen in Groep 6 t/m 8 van de Basisschool

Masterthesis Universiteit Utrecht 201500201  
Masteropleiding Pedagogische Wetenschappen  
Masterprogramma Orthopedagogiek

Naam: L. van de Pol (Laura)

Studentnummer: 3817148

Begeleider(s): Dr. E.H. Kroesbergen

Tweede Beoordelaar: Jan van de Beek

Datum: 30-05-2016

*Universiteit Utrecht in samenwerking met Lucertis Kinder- en Jeugdpsychiatrie*

### **Voorwoord**

U staat op het punt om mijn masterthesis ‘De Effectiviteit van Werkgeheugentraining op Werkgeheugen en Rekenvaardigheid van Kinderen in Groep 6 t/m 8 van de Basisschool’ te gaan lezen. Het onderzoek dat ik heb uitgevoerd voor deze thesis, lopend van september 2015 tot juni 2016, had als doel het testen van de trainbaarheid van het werkgeheugen door middel van werkgeheugentraining ‘Jungle Memory’. Ook de bijdrage van deze werkgeheugentraining op de rekenvaardigheden van kinderen is onderzocht. Dit onderzoek was onderdeel van een groter onderzoek naar werkgeheugen, ADHD en rekenen, onder samenwerking van Universiteit Utrecht en Lucertis ‘Specialist in kinder- en jeugdpsychiatrie’ in Rotterdam.

Voordat u begint met lezen wil ik een aantal mensen bedanken. Allereerst natuurlijk Evelyn Kroesbergen, voor haar professionele doch persoonlijke begeleiding bij het schrijven van mijn masterthesis. Zij stond altijd open voor vragen en wist deze altijd snel en prettig af te handelen. Daarnaast gaat er veel dank uit naar Michel Newman, onderzoeksbegeleider vanuit Lucertis, voor zijn sturing en begeleiding in het uitvoeren van het onderzoek. Ook hij stond altijd klaar voor het beantwoorden van vragen en het helpen met het uitvoeren van het onderzoek. Tot slot gaat mijn dank uit naar Moniek Engbers en Amanda van Putten, mijn medestudenten binnen het onderzoeksproject. Ik vond het fijn om met ze te kunnen brainstormen, feedback te kunnen vragen en af en toe even van mij af te kunnen praten. Ik heb mijn masterthesis mede dankzij de hulp van de bovenstaande mensen tot een goed einde kunnen brengen. Ik wens u dan ook veel leesplezier.

## Abstract

Working memory appears to be an important factor for retrieving and using learning skills, including mathematic skills, in primary school. Despite multiple studies, there is not yet a clear definition of what a good working memory training should be designed like. ‘Jungle Memory’ is a working memory training, using multiple different effective aspects. This study examined the effects of ‘Jungle Memory’ on working memory, automatization and contextual calculation skills. Data of 48 children, aged 9.0 to 12.9 years old, have been collected using verbal and visual memory tasks and mathematics tests for automatization and contextual calculation. 23 of the 48 children completed ‘Jungle Memory’, the other 25 children composed the control group. Four repeated measures Anova’s were used for analyzing the data. Although both the experimental group and the control group show significant progress for the memory tasks and the automatization task, results show that this progress does not differ between groups. Jungle Memory does not account for the progress observed. Further research for the effectiveness of different aspects of working memory training and the role of age on working memory skill development is recommended.

*Keywords:* working memory, working memory training, mathematic skills

## Samenvatting

Werkgeheugen blijkt een belangrijke factor te zijn voor het op de basisschool verwerven en gebruiken van leervaardigheden, waaronder rekenvaardigheden. Ondanks verschillende uitgebreide onderzoeken, is er nog geen duidelijk beeld van hoe een goede werkgeheugentraining eruit zou moeten zien. ‘Jungle Memory’ is een werkgeheugentraining die gebruikt maakt van verschillende aspecten die effectief lijken te zijn. Dit onderzoek heeft onderzoek gedaan naar de effectiviteit van ‘Jungle Memory’ op werkgeheugen, automatisering en contextrekenen. Er is data verzameld van 48 kinderen, leeftijd variërend van 9.0 tot 12.9 jaar oud, door middel van verbale en visuele werkgeheugentaken en rekentaken voor automatisering en contextrekenen. 23 van de 48 kinderen hebben ‘Jungle Memory’ gevolgd, waar de andere 25 kinderen de controlegroep hebben gevormd. Vier RM-Anova’s zijn gedaan om de data te analyseren. Zowel de onderzoeksgroep als de controlegroep laat significante vooruitgang zien op de werkgeheugentaken en de automatiseringstaak. Echter, deze vooruitgang is nauwelijks verschillend en blijkt niet afhankelijk te zijn van het al dan niet krijgen van Jungle Memory. Aanbevolen wordt om toekomstig onderzoek te richten op effectieve aspecten van werkgeheugentraining en op de rol van leeftijd op het ontwikkelen van werkgeheugenvaardigheden.

*Sleutelwoorden:* werkgeheugen, werkgeheugentraining, rekenvaardigheden

## Effectiviteit van Werkgeheugentraining

In Nederland is bij 10% van de leerlingen in het basisonderwijs sprake van significante leerproblemen (CBS, 2015). Dit zorgt niet alleen voor veel frustratie, maar ook voor een risico op overvraging, een daling van het zelfbeeld en een lagere schooluitstroom. Rekenen is hierbij voor kinderen één van de moeilijkste vakken op de basisschool, maar wel één van de belangrijkste voor een goede overgang naar het voortgezet onderwijs (Onderwijsraad, 2011).

Cognitieve functies die de laatste decennia steeds vaker in verband worden gebracht met leer- en rekenproblemen, zijn de executieve functies (EF; Johnson, 2011; Wilson & Dehaene, 2010). EF zijn de cognitieve processen die nodig zijn voor doelgericht, efficiënt en (sociaal-)adaptief gedrag, zoals inhibitie, flexibiliteit, planning en werkgeheugen (Smidts & Huizinga, 2009). Werkgeheugen is één van de belangrijkste EF, die het meest wordt geassocieerd met rekenproblemen en andere leerproblemen (Wilson & Dehaene, 2010).

Het werkgeheugen is gelokaliseerd in de prefrontale cortex en kan informatie voor korte tijd vasthouden, tegelijkertijd opgeslagen informatie terughalen en dit vervolgens bewerken of manipuleren (Johnson, 2011). Het werkgeheugen bestaat uit vier verschillende onderdelen (Baddeley, 2000; De Smedt et al., 2009). De fonologische lus slaat klanken en gesproken woorden op (verbaal werkgeheugen), het visuo-spatiële schetsblok slaat visuele informatie op, zoals beelden en tekens (visueel werkgeheugen) en het centrale executieve stuurt de aandacht en de communicatie tussen deze beide onderdelen en controleert hiermee de processen in het werkgeheugen. Tot slot is er de episodische buffer, die zorgt voor de integratie van het korte- en lange termijngeheugen (Baddeley, 2003). Het werkgeheugen speelt een rol bij veel verschillende processen. Zo blijkt uit onderzoek dat werkgeheugen een grote rol speelt in lees- en rekenstoornissen (Grigorenko, 2010; Rotzer et al., 2009). Van kinderen van wie de werkgeheugencapaciteit valt in de marge van de laagste 10%, is bij 80% sprake van een leerprobleem, bijvoorbeeld een rekenprobleem (Gathercole & Alloway, 2008).

Werkgeheugen is een belangrijke functie voor het verwerven en toepassen van rekenvaardigheden op de basisschool en alle eerder genoemde componenten spelen hun eigen rol (Alloway, Gathercole, Willis, & Adams, 2004; Viterbori, Usaj, Traverso, & De Franchis, 2015). Zo draagt de centrale executieve bij aan het ontwikkelen van oplossingsstrategieën en het aansturen en controleren van het oplossingsproces (Baddeley, 2000; DeStefano & LeFevre, 2004). De fonologische lus is belangrijk bij het auditief coderen en aanhouden van denkstappen voor (context)berekeningen (Fürst & Hitch, 2000). Het visueel-ruimtelijk schetsblok zorgt ervoor dat kinderen kleine, in groepen afgebeelde aantallen visueel kunnen

herkennen en een mentale getallenlijn kunnen vormen, waar de episodische buffer tot slot betrokken blijkt te zijn bij het oplossen van sommen waar nieuwe informatie gecombineerd moet worden met informatie uit het lange termijngeheugen (Alloway et al., 2004).

Door de nauwe betrokkenheid van het werkgeheugen bij het ontwikkelen van rekenvaardigheden zou een verband tussen defecten in werkgeheugen en leerachterstanden op rekengebied voor de hand liggen. Recent onderzoek wijst inderdaad steeds vaker uit dat kinderen die problemen hebben met rekenen, problemen hebben met werkgeheugen en omgekeerd (Friso-Van Den Bos, Van Der Ven, Kroesbergen, & Van Luit, 2013). Ook hierbij zijn de verschillende componenten van het werkgeheugen betrokken. Uit het onderzoek van De Smedt en collega's (2009) en Van De Weijer-Bergsma, Kroesbergen en Van Luit (2015a) blijkt bijvoorbeeld dat defecten in de verschillende componenten ook op verschillende momenten in het leven van kinderen een rol spelen bij rekenproblemen. Tot slot laten Purpura en Ganley (2014) zien dat de eerste rekenvaardigheden, zoals het tellen van subsets in een groter geheel, nummervolgorde en het vergelijken van groepen, beïnvloed worden door de functionaliteit van verschillende werkgeheugencomponenten. De rekenachterstanden, die gedurende de schoolperiode ontstaan door tekorten in werkgeheugen, hebben hun oorsprong soms dus al in de vroege ontwikkeling.

Omdat werkgeheugen al vroeg een belangrijke rol blijkt te spelen voor de ontwikkeling van kinderen, is er de laatste jaren veel onderzoek gedaan naar de trainbaarheid van het werkgeheugen. De resultaten zijn hierbij wisselend. Zo tonen Melby-Lervåg en Hulme (2013) met hun meta-analyse naar 23 verschillende studies aan dat werkgeheugentrainingen op dit moment weinig langdurige effecten laten zien. Ze hebben hierbij gekeken naar zowel verbale als visuele trainingstaken. De verschillende werkgeheugentrainingen hebben volgens hen vooral een te korte trainingsduur. Ook trainen ze meer algemene aspecten van werkgeheugen, waardoor er geen specifieke vooruitgang te zien is op andere cognitieve processen zoals rekenen. Wel lijkt er uit de meta-analyse naar voren te komen dat verbale werkgeheugentraining een groter generalisatie-effect heeft dan visuele werkgeheugentraining. Zij suggereren dat de werkzaamheid van werkgeheugentrainingen vergroot zal worden door het verlengen van de trainingen, het inzetten van de juiste werkgeheugentrainingen op de juiste cognitieve processen en het vergroten van het verbale werkgeheugenaspect.

In de meta-analyse van Danielsson, Zottarel, Palmqvist en Lanfranchi (2015) is onderzoek gedaan naar de werkzaamheid van werkgeheugentrainingen, specifiek voor een doelgroep met intellectuele beperkingen. Zij hebben gekeken naar tien studies waarbinnen 28

vergelijkingen zijn uitgevoerd. Uit de verschillende onderzoeken blijkt dat werkgeheugentrainingen die focussen op zowel verbaal- als visueel werkgeheugen het grootste effect hebben. Er is ook in deze studie geen effect gevonden op de vooruitgang van specifieke cognitieve aspecten, alleen op algemene werkgeheugentaken. Danielsson en collega's (2015) suggereren dat er meer onderzoek gedaan moet worden naar een juiste opzet van werkgeheugentrainingen, passend bij het juiste cognitieve aspect. Daarbij geven zij aan dat het belangrijk is om, naast visuo-spatieële onderdelen, ook auditieve onderdelen aan werkgeheugentrainingen toe te voegen voor een generalisatie-effect.

Een derde meta-analyse is uitgevoerd door Schwaighofer, Fischer en Bühner (2015). Zij hebben 47 studies naar het effect van werkgeheugentrainingen met elkaar vergeleken, waarbij de doelgroep viel binnen de leeftijd van 4 tot 71 jaar. Naast directe verbanden hebben ze ook gekeken naar mediërende en modererende verbanden om werkzame en niet-werkzame onderdelen van werkgeheugentrainingen te kunnen onderscheiden. Uit hun onderzoek is naar voren gekomen dat vooral een langere trainingsperiode, goede supervisie, aanmoediging en een rustige locatie van belang zijn voor een effectieve werkgeheugentraining. Ook benadrukken zij het belang van het aanpassen van de werkgeheugentraining op het cognitieve aspect waar vooruitgang nodig is (rekenen, taal, spreekvaardigheid etc.), omdat werkgeheugentrainingen geen significante vooruitgang laten zien op leervaardigheden. Zij tonen aan dat adaptieve werkgeheugentrainingen, aanpassend aan het niveau van het kind, het grootste traineffect hebben. Tot slot is het belangrijk dat de werkgeheugentrainingen gebruik maken van complexe taken, om de plasticiteit van het brein goed te stimuleren.

Het lijkt erop dat momenteel nog weinig duidelijkheid bestaat rondom de ideale samenstelling van een effectieve werkgeheugentraining. Onderdelen die in de verschillende onderzoeken regelmatig terugkomen, zijn het toevoegen van auditieve input, een langere duur van de training, het toepassen van beloningen, goede supervisie en het specificeren van de werkgeheugentraining op het beoogde cognitieve proces. Vooral dit laatste is belangrijk, zeker wanneer een werkgeheugentraining ingezet gaat worden ter verbetering van de rekenvaardigheid. Er zijn tot nu toe nog weinig onderzoeken die bewijs hebben geleverd voor een positieve invloed van werkgeheugentraining op rekenvaardigheden (Schwaighofer et al., 2015). Wel laten hersenscans zien dat, bij het trainen van het werkgeheugen, het gebied van cijferverwerking actief is (Gullick, Sprute, & Temple, 2011). Ook zijn er onderzoeken die het verband tussen defecten in werkgeheugen en moeizame rekenvaardigheden aantonen (Friso-Van Den Bos et al., 2013). Omdat blijkt dat er een duidelijk verband bestaat tussen werkgeheugen en rekenvaardigheid, kan verwacht worden dat een verbetering van het juiste

aspect van werkgeheugen uiteindelijk ook leidt tot een verbetering van rekenprestaties.

Een veelbelovende werkgeheugentraining die zich probeert te richten op verbetering van werkgeheugen in combinatie met rekenvaardigheden, is 'Jungle Memory' (Jungle Memory, 2011). Buitenlandse studies en toetsingen bij individuele leerlingen hebben aangetoond dat de leerlingen na het volgen van deze training beter scoorden op IQ-taken en rekentaken (Alloway, Bibile & Lau, 2013). De training gebeurt onder supervisie, duurt acht weken en richt zich, naast werkgeheugen, ook specifiek op automatiseringsvermogen. Bovendien worden de leerlingen beloond met aapjes die zij kunnen sparen. Het spel past zich steeds aan het niveau en de groei van de leerling aan en is dus adaptief. Op basis van de resultaten van de meta-analyses kan verwacht worden dat Jungle Memory een positief effect heeft op zowel werkgeheugen als rekenvaardigheid. Het is belangrijk dat hiernaar onderzoek wordt gedaan, omdat een goede, specifieke werkgeheugentraining in de toekomst rekenproblemen bij kinderen op de basisschool wellicht kan verminderen.

In dit onderzoek zal daarom gekeken worden in hoeverre werkgeheugentraining van invloed is op het werkgeheugen van kinderen aan de hand van de volgende onderzoeksvraag: *'Is het werkgeheugen van kinderen in groep 6 t/m 8 trainbaar door middel van de werkgeheugentraining 'Jungle Memory'?*'. Door de toepassing van verschillende bruikbare onderdelen is de verwachting dat kinderen beter zullen scoren op werkgeheugentaken na het volgen van deze werkgeheugentraining. Bovendien zal gekeken worden of eventuele vooruitgang ook gevolgen heeft voor de rekenvaardigheden van deze kinderen aan de hand van de tweede onderzoeksvraag: *'Is de effectiviteit van deze training (ook) zichtbaar in de rekenvaardigheden van kinderen met rekenproblemen?'*. Verwacht wordt dat werkgeheugentraining een positief effect heeft op de rekenvaardigheden van de kinderen.

### **Methode**

#### **Participanten**

De respondenten van het onderzoek zijn in totaal 48 basisschoolleerlingen, waarvan de kenmerken zijn beschreven in Tabel 1. Deze leerlingen zijn random ingedeeld in twee condities: de onderzoeksgroep en de controlegroep. Leerlingen zijn geselecteerd op significante moeilijkheden met rekenen, wat gemeten is door middel van de score op de CITO Rekenen; zij behoren tot de 25% laagst scorende kinderen op de landelijk genormeerde toets (CITO Primair en Speciaal Onderwijs, 2013). Om uit te sluiten dat factoren als onbegrip of taalbarrières invloed hebben op de testcores zijn alleen kinderen in dit onderzoek betrokken die, naast de vereiste score op CITO Rekenen, tenminste een gemiddelde score hebben behaald op de CITO Begrijpend Lezen. Voor elke leerling hebben ouders en kind individueel

schriftelijk toestemming gegeven, onder de voorwaarde dat zij altijd kunnen en mogen stoppen met het onderzoek wanneer zij dat willen. De privacy van de leerlingen is gewaarborgd, gegevens zijn geanonimiseerd en uitsluitend gebruikt voor dit onderzoek. De gehanteerde procedure is daarbij goedgekeurd door de ethische commissie van de Faculteit Sociale Wetenschappen aan Universiteit Utrecht.

Tabel 1. *Beschrijvende statistieken condities onderzoeksgroep*

Conditie	n	Geslacht		Groep			Leeftijd (in jaren)	
		jongens	meisjes	6	7	8	M	SD
1	23	7	16	8	8	7	10.68	0.87
2	25	12	13	11	4	10	10.90	1.18
Totaal	48	19	29	19	12	17	10.79	1.04

### Meetinstrumenten

**Visueel Werkgeheugen.** Het visuele werkgeheugen is de locatie in de hersenen waar visuele informatie, zoals afbeeldingen, voor korte tijd vastgehouden, teruggehaald en bewerkt kunnen worden. Voor het bepalen van de visuele werkgeheugenscore is bij de voormeting en nameting gebruik gemaakt van *'het Leeuwenspel'* (Lion Game; Van de Weijer-Bergsma, Kroesbergen, Prast, & Van Luit, 2014). *Het Leeuwenspel* is een gecomputeriseerde visuospatiele werkgeheugentaak van 15 minuten, waarbij de leerlingen acht leeuwen in verschillende kleuren (4x4 matrix) te zien krijgen. De laatste locatie van een bepaalde kleur leeuw moet door hen worden onthouden. Er zijn in totaal vijf niveaus en per niveau moet het kind steeds meer kleuren leeuwen onthouden. Onderzoek naar de psychometrische eigenschappen van *het Leeuwenspel* wijzen uit dat het instrument valide en betrouwbaar is, met een Cronbach's alpha van .86 (Van de Weijer-Bergsma et al., 2014).

**Verbaal Werkgeheugen.** Het verbale werkgeheugen is de locatie in de hersenen waar auditieve informatie, zoals gesproken taal, voor korte tijd vastgehouden, teruggehaald en bewerkt kan worden. De verbale werkgeheugenscore is gemeten door middel van *'het Apenspel'* (Monkey game; Van de Weijer-Bergsma, Kroesbergen, Jolani, & Van Luit, 2015b). *Het Apenspel* is een verbale *'word recall backwards'* werkgeheugentaak van 15 minuten. De leerlingen krijgen een aantal woorden te horen, deze woorden moeten zij onthouden en vervolgens in omgekeerde volgorde op het scherm aanklikken (3x3 matrix). Ook hierbij zijn vijf niveaus die oplopen in de hoeveelheid te onthouden informatie. De psychometrische eigenschappen van *het Apenspel* blijken betrouwbaar en valide, met een



Cronbach's alpha van .89 (Van de Weijer-Bergsma et al., 2015b).

**Automatiseringsvermogen.** Automatisering verwijst naar het verwerven van standaardprocedures, werkend naar een snelle oplossing, rondom cijferkundige informatie (Van Groenestijn, Borghouts & Janssen, 2011). Het meten van de vooruitgang van het automatiseringsvermogen van de leerlingen bij de voormeting en nameting is gebeurd aan de hand van de Tempo Test Rekenen (TTR; De Vos, 1992). Met de TTR is de mate van automatisering van eenvoudige bewerkingen beneden de 100 bij kinderen onderzocht. De bewerkingen die aan bod komen zijn optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen. De leerling maakt in vijf minuten sommen in vijf kolommen en elke kolom bestaat uit 40 sommen met één soort bewerking. Bij de laatste kolom worden de bewerkingen door elkaar gevraagd. De eindscore bestaat uit het aantal goedgemaakte sommen per kolom in steeds één minuut. De psychometrische eigenschappen van de TTR zijn volgens COTAN betrouwbaar en valide verklaard. De Cronbach's alpha van de TTR voor het huidige onderzoek is .82.

**Rekenvaardigheid contextsommen.** Contextrekenen is de vaardigheid om rekensommen te kunnen oplossen wanneer deze zijn ingebed in een herkenbare situatie, verbonden met het dagelijks leven (Van Groenestijn et al., 2011). De rekenvaardigheden bij contextsommen is gemeten door een selectie van contextopgaven uit de CITO Rekenen-Wiskunde (Janssen, Verhelst, Engelen, & Scheltens, 2010). Hiervoor zijn contextsommen gekozen uit de CITO voor groep vijf, zes, zeven en acht. De score voor de opgaven maakt duidelijk of leerlingen bepaalde rekenvaardigheden en inzichten in de praktijk kunnen toepassen (Janssen et al., 2010). Hoewel er enkel een selectie uit de contextopgaven van CITO is gemaakt, is het belangrijk te vermelden dat de CITO volgens COTAN betrouwbaar en valide is verklaard (Cronbach's alpha .91-.97; Janssen et al., 2010). De Cronbach's alpha binnen het huidige onderzoek is niet te berekenen, omdat het instrument maar uit een te meten item bestaat.

**Werkgeheugentraining.** Voor het trainen van het visuele en verbale werkgeheugen van de leerlingen is 'Jungle Memory' aangeboden, een werkgeheugentraining die verschillende werkgeheugenvaardigheden traint. Hiervoor wordt idealiter gemiddeld vier keer per week voor 15 à 20 minuten getraind, met na acht weken een totaal van circa 32 sessies. Er wordt gewerkt met werkgeheugen in combinatie met onder andere rekenen door middel van drie spellen: *Drijfzand*, *Codekraker* en *Oversteek*. Bij *Drijfzand* moeten de leerlingen verschillende locaties van letters of korte woorden in een matrix onthouden, waarna ze deze locaties binnen vier seconden moeten aanklikken. Bij *Codekraker* moeten de leerlingen zowel de positie van een letter, als de positie van een rode stip onthouden. Na het juist aanklikken

van de posities van de letters, moeten de leerlingen de posities van de rode stippen na 4 opgaven aanklikken. Tot slot moeten de leerlingen bij *Oversteek* een aapje redden door verschillende rekensommen op te lossen, de uitkomsten te onthouden en vervolgens alle uitkomsten achter elkaar in te voeren. De training past zijn moeilijkheidsgraad per spel aan op de vorige sessie. De effectiviteit van het programma is al in verschillende onderzoeken aan bod gekomen, maar zal in dit onderzoek ook in verband worden gebracht met het rekenaspect.

### **Procedure**

Er is binnen het huidige onderzoek gekozen voor het analyseren van twee condities (de onderzoeksgroep, N=23 en de controlegroep, N=25) en twee meetmomenten. Leerlingen zijn random ingedeeld in een van de twee condities. Zowel de onderzoeksgroep als de controlegroep hebben in januari een voormeting gehad van ongeveer 45 minuten. Hiervoor zijn de leerlingen gezamenlijk of individueel in een lokaal op hun eigen school apart genomen. De bovenstaand beschreven werkgeheugen- en rekentaken zijn bij alle leerlingen afgenomen. Vervolgens hebben de leerlingen binnen de onderzoeksgroep acht weken lang de werkgeheugentraining 'Jungle Memory' gevolgd, waarbij een onderzoeker elke week met de leerlingen evalueert en het proces nauwkeurig volgt. Deze acht weken worden direct gevolgd door een nameting in maart, waarin opnieuw de scores op de vier genoemde taken worden genoteerd en ingevoerd.

### **Data analyse**

De data is geanalyseerd door het uitvoeren van herhaalde metingen Anova's (RM-Anova's) voor de scores op de visuele- en verbale werkgeheugentaak en voor de scores op automatisering en contextrekenen (afhankelijke variabelen). Dit zal tussen de twee groepen, conditie 1 en conditie 2, vergeleken worden (onafhankelijke variabelen). Hiervoor is gecontroleerd of is voldaan aan de assumptie voor normaliteit door middel van een Shapiro-Wilk test. De verdeling van de scores en de groepen op het moment van de voormeting is normaal verdeeld met voor alle variabelen  $W > .850$ .

### **Resultaten**

Om de onderzoeksvraag: '*Is het werkgeheugen van kinderen in groep zes t/m acht trainbaar door middel van de werkgeheugentraining 'Jungle Memory'?*' zo zuiver mogelijk te kunnen beantwoorden, is de training volgens protocol ingezet voor het verbeteren van het verbale- en visuele werkgeheugen bij kinderen. Alle kinderen die aan de training zijn begonnen, hebben de training volgehouden. Voortgang en deelname is gevolgd via een digitale database. Er is sprake van wisselende trainfrequenties van de kinderen, echter is er vanwege de kleine onderzoeksgroep voor gekozen om alle cases te includeren. Ter analyse is

## EFFECTIVITEIT WERKGEHEUGENTRAINING OP WERKGEHEUGEN EN REKENEN

een herhaalde metingen Anova (RM-Anova) uitgevoerd op visueel- en verbaal werkgeheugen. De algemene kenmerken en de verdeling van de scores voor beiden condities op de voor- en nameting zijn opgenomen in Tabel 2.

Tabel 2. *Beschrijvende statistieken scores werkgeheugentaken*

Meetmoment	Conditie 1		Conditie 2	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Voormeting verbaal WG	.558	.132	.560	.106
Nameting verbaal WG	.607	.110	.586	.102
Voormeting visueel WG	.717	.113	.721	.158
Nameting visueel WG	.766	.139	.774	.144

*Noot:* Conditie 1 krijgt de werkgeheugentraining, conditie 2 is de controlegroep.

Bij het uitvoeren van de RM-Anova voor verbaal werkgeheugen is gebleken dat er voor beiden groepen sprake is van significant hoofdeffect van tijd ( $F = 6.268, p = .016, \eta^2 = .120$ ). De groepen zijn significant vooruitgegaan in scores op *het apenspel*. Er is geen sprake van een significant hoofdeffect van conditie ( $F = 0.400, p = .530$ ). Tevens is er geen significant interactie-effect ( $F = 0.248, p = .530$ ): de vooruitgang verschilt dus niet tussen beide groepen, de groepen zijn ongeveer evenveel vooruit gegaan.

Voor de score op *het leeuwenspel* is er sprake van een significant hoofdeffect van tijd ( $F = 8,568, p = .005, \eta^2 = .160$ ): beiden groepen zijn significant vooruitgegaan in hun scores voor de visuele werkgeheugentaak. Er is geen sprake van een significant hoofdeffect voor conditie ( $F = 0.017, p = .897$ ). De vooruitgang tussen de groepen is niet significant verschillend, er is geen sprake van een significant interactie-effect ( $F = 0.026, p = .872$ ).

Voor het beantwoorden van de tweede onderzoeksvraag: *'Is de effectiviteit van de training (ook) zichtbaar in de rekenvaardigheid van kinderen met rekenproblemen?'* is tevens een RM-Anova uitgevoerd. Rekenvaardigheid is hierbij opgesplitst in automatiseringsvermogen en contextrekenen. De algemene kenmerken en de verdeling van de scores voor beiden condities op de voor- en nameting zijn opgenomen in tabel 3.

Tabel 3. *Beschrijvende statistieken score rekentaken*

Meetmoment	Conditie 1		Conditie 2	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Voormeting automatisering	81,41	28,89	82,76	21,93
Nameting automatisering	92,95	30,18	90,00	21,90
Voormeting context	6,36	2,01	6,20	2,43
Nameting context	6,91	2,07	6,60	2,42

*Noot:* Conditie 1 krijgt de werkgeheugentraining, conditie 2 is de controlegroep.

Bij het uitvoeren van de RM-Anova voor automatisering is gebleken dat er voor beiden groepen voor de score op de TTR sprake is van significant hoofdeffect voor tijd ( $F = 57,143, p < .0005, \eta^2 = .554$ ). Er is geen sprake van een significant hoofdeffect voor conditie ( $F = 3,117, p = .084$ ). Wanneer wordt gekeken of er een significant verschil is in de vooruitgang tussen beiden groepen blijkt dat er geen sprake is van een significant interactie-effect tussen de werkgeheugentaak en de conditie ( $F = 0.075, p = .785$ ).

Voor de score op contextrekenen is er geen sprake van een significant hoofdeffect van tijd ( $F = 2,459, p = .124$ ): de groepen zijn niet significant vooruitgegaan op hun scores voor de CITO-opgaven. Ook is geen sprake van een significant hoofdeffect voor conditie ( $F = 0.058, p = .810$ ). De vooruitgang tussen de groepen is niet significant verschillend, er is dan ook geen sprake van een significant interactie-effect ( $F = 0.162, p = .688$ ).

### Discussie

Uit meta-analyses komen, ondanks inconsistente resultaten rondom effectiviteit, verschillende werkzame aspecten naar voren van werkgeheugentrainingen (Danielsson et al., 2015; Melby-Lervåg & Hulme, 2013; Schwaighofer et al., 2015). Werkgeheugentraining ‘Jungle Memory’ probeert zich te richten op verbetering van werkgeheugen met rekenvaardigheden. Veel van de werkzame aspecten zijn in deze werkgeheugentraining opgenomen. Het huidige onderzoek is uitgevoerd om te kijken of de werkgeheugentraining ‘Jungle Memory’ gebruikt kan worden om het werkgeheugen en de rekenvaardigheden van kinderen te trainen.

De onderzoeksvraag: ‘*Is het werkgeheugen van kinderen in groep zes t/m acht trainbaar door middel van de werkgeheugentraining ‘Jungle Memory’?*’ kan niet positief beantwoord worden aan de hand van de huidige resultaten. Zowel de onderzoeksgroep als de

controlegroep laat significante vooruitgang zien op de verbale- en visuele werkgeheugentaken. Deze vooruitgang blijkt niet te verschillen tussen de condities en is niet afhankelijk van het al dan niet krijgen van de werkgeheugentraining. Dit komt niet overeen met de verwachting dat de kinderen die Jungle Memory hebben gevolgd significante vooruitgang laten zien op werkgeheugentaken. Resultaten lijken hiermee in tegenspraak te zijn met de uitkomsten van de analyses van Melby-Lervåg en Hulme (2013), die in hun meta-analyse aantonen dat een intensieve, langdurige training en het inzetten op verschillende cognitieve processen positieve effecten zou moeten hebben. Ook in de meta-analyse van Schwaighofer en collega's (2015) komt naar voren dat trainingen met voldoende aanmoediging, een adaptief systeem en complexe, meervoudige taken zorgen voor vooruitgang van kinderen op werkgeheugentaken. Jungle Memory bevat deze aspecten, maar laat toch nog geen positief effect zien.

Dit kan verschillende mogelijke oorzaken hebben. Jungle Memory biedt de mogelijkheid tot voldoende sessies en een lange trainingsperiode, maar dit wordt niet door elk kind optimaal benut door gebrek aan continue supervisie. Ook is Jungle Memory grotendeels een visuele training, geen verbale training. Melby-Lervåg en Hulme (2013) geven in hun meta-analyse aan dat verbale werkgeheugentrainingen over het algemeen meer en een langduriger effect hebben dan visuele werkgeheugentrainingen. Een mogelijke verklaring voor de vooruitgang van beiden groepen kan bovendien het '*maturation-effect*' zijn (Neuman, 2012). Zo hebben de kinderen op school gedurende de training nog twee maanden les gekregen, wat een groei heeft kunnen veroorzaken bij de leerlingen. Bovendien kan er een leereffect hebben opgetreden rondom de werkgeheugentaken (Neuman, 2012); de kinderen hadden deze spellen namelijk tijdens de voormeting al een keer gespeeld, wat ze geholpen kan hebben om tijdens de nameting beter te scoren.

De onderzoeksvraag: '*Is de effectiviteit van de training (ook) zichtbaar in de rekenvaardigheid van kinderen met rekenproblemen?*' moet aan de hand van de huidige resultaten tevens negatief beantwoord worden. Beiden groepen laten vooruitgang zien op de TTR, dus op automatisering, maar deze vooruitgang verschilt niet significant tussen de groepen onderling. Op de CITO-opgaven, het contextrekenen, laten de groepen helemaal geen significante vooruitgang zien. Verwacht werd dat Jungle Memory, door het bevatten van een speciaal rekenaspect, een positief effect zou hebben op de rekenvaardigheden van kinderen. Het ontbreken van vooruitgang staat tegenover resultaten in buitenlandse studies naar Jungle Memory en verschillende meta-analyses (Alloway et al., 2013; Danielsson et al., 2015; Melby-Lervåg & Hulme, 2013). Hierin wordt benadrukt dat werkgeheugentrainingen effectief zijn

voor andere leervaardigheden als de training zelf een element van deze vaardigheid bevat. Jungle Memory bevat duidelijk een rekenelement. Ook deze resultaten kunnen mogelijk verklaard worden door een ‘*maturation-effect*’. De kinderen hebben gedurende de training nog dagelijks rekenonderwijs gevolgd, de meesten zelfs met extra instructie en begeleiding. Dit kan gezorgd hebben voor een groei bij beide groepen. Daarbij komt dat een leereffect bij de contextsommen op de loer ligt; de kinderen hebben bij de voor- en nameting dezelfde sommen gekregen en konden zich soms herinneren hoe ze deze som moesten uitrekenen (Neuman, 2012).

Er kunnen verschillende kanttekeningen geplaatst worden bij de uitvoering van het huidige onderzoek die maken dat de resultaten voorzichtig geïnterpreteerd moeten worden. Allereerst is er de steekproefgrootte: hoewel gestreefd is naar een zo groot mogelijke onderzoeksgroep, is een onderzoeksgroep van  $n = 48$  nog aan de kleine kant (Field, 2009; Neuman, 2012). Dit maakt de onderzoeksresultaten minder betrouwbaar. Hoewel er zoveel mogelijk is geprobeerd om de trainingsomstandigheden hetzelfde te houden, was dit moeilijk te realiseren met veel verschillende, onafhankelijke scholen. Variaties in omgeving en meetomstandigheden kunnen ook invloed hebben gehad op de scores (Neuman, 2012).

Het meest effectief zou zijn om alle kinderen in de onderzoeksconditie 32 keer in acht weken te laten trainen (Jungle Memory, 2011), echter blijkt dit in de praktijk bijna niet te realiseren. Leerkrachten en intern begeleiders geven aan dat het in de klassenomgeving te druk is om elke dag aan de training te denken. Slechts een klein aantal van de kinderen hebben 32 keer geoefend. Alle kinderen zijn vervolgens, vanwege de kleine steekproef, toch meegenomen in de analyses, wat maakt dat de vooruitgang van de training wellicht niet geheel zuiver is gemeten.

Een sterke kant van het onderzoek is het feit dat de werkgeheugentraining via een computersysteem werkt. Doordat de training online gevolgd kan worden kunnen kinderen dit zelfstandig in de klas of thuis doen. Dit maakt het voor de leerling, de onderzoeker en de leerkracht minder belastend om de training uit te voeren. Bovendien zijn op deze manier alle vorderingen van de leerlingen goed gemonitord, waarbij er direct is ingespeeld op stagnaties en problemen.

De werkgeheugentraining is onder goede supervisie uitgevoerd, waarbij de onderzoekers een band hebben opgebouwd met de kinderen. Hiervoor zijn onderzoekers wekelijks bij de leerlingen langs gegaan om mee te kijken en vragen te beantwoorden. Het feit dat de training bestaat uit spelletjes, waar na elke training een beloning te behalen is, is ook een voordeel. Dit maakt de training aantrekkelijker voor de kinderen. Naast de meta-analyses

wijst onderzoek naar de effectieve werkgeheugentraining Cogmed ook uit dat een training hierdoor een groter effect heeft (NJI, 2011; Pascoe et al., 2013).

Een laatste sterke kant van het onderzoek is het feit dat er gebruik is gemaakt van een adaptieve training (Alloway et al., 2013). Dit maakt dat de vooruitgang van de kinderen meer betrouwbaar vergeleken kan worden (Neuman, 2012). Uit onderzoek blijkt dat een adaptieve werkgeheugentraining meer effect heeft en meer uitdaging biedt voor kinderen dan een niet-adaptieve werkgeheugentraining (Schwaighofer et al., 2015; Morrison & Chein, 2011).

Het is belangrijk dat meer onderzoek wordt uitgevoerd voor het kunnen aanbieden en ontwikkelen van een goede werkgeheugentraining. Zo zijn er vanuit de literatuur nog veel tegenstrijdige resultaten over de werkzaamheid van (visuele) werkgeheugentrainingen (Danielsson et al., 2015; Melby-Lervåg & Hulme, 2013). Ook het huidige onderzoek laat zien dat, ondanks het zoveel mogelijk implementeren van werkzame aspecten, het trainen van het werkgeheugen op dit moment nog moeilijk te realiseren is. Onderzoek blijft de nauwe betrokkenheid van executieve functies en werkgeheugen bij leer- en rekenproblemen aantonen en dit verband lijkt ook sterk te zijn (Gathercole & Pickering, 2000). Het is belangrijk dat voorgaand en huidig onderzoek wordt meegenomen in het uitvoeren van onderzoek naar effectiviteit, maar ook in het creëren en aanpassen van werkgeheugentrainingen. Alleen op deze manier kan er een grote stap gezet worden op weg naar vermindering van reken- en leerproblemen bij kinderen op de basisschool.

De vraag die rijst vanuit het huidige onderzoek is of de leeftijd waarop een werkgeheugentraining wordt aangeboden van belang is voor de effectiviteit. In dit onderzoek zijn alleen kinderen uit de hogere groepen van de basisschool geïnccludeerd, terwijl wetenschappelijk onderzoek aantoont dat het leren van specifieke leervaardigheden, waaronder in de prefrontale cortex, sneller en beter gaat bij jonge kinderen (Blakemore & Frith, 2005). Bij hen zijn de hersenen het meest plastisch en is er meer ruimte voor nieuwe verbindingen. Toekomstig onderzoek kan ingezet worden op verschillende leeftijden, zodat werkgeheugentraining mogelijk al op jonge leeftijd ingezet kan worden om leerproblemen te voorkomen.

In het huidige onderzoek is geen vooruitgang op visuele- en verbale werkgeheugentaken gevonden na het krijgen van werkgeheugentraining 'Jungle Memory'. Ook automatiseringsvaardigheden en contextrekenvaardigheden zijn niet verbeterd na het krijgen van de training. De zwakke en sterke punten van het onderzoek geven een duidelijke uiteenzetting en zullen hopelijk, samen met de suggesties voor vervolgonderzoek, in de toekomst positieve vorderingen kunnen opleveren op het gebied van werkgeheugentraining.

## Literatuur

- Alloway, T. P., Bibile, V., & Lau, G. (2013). Computerized working memory training: Can it lead to gains in cognitive skills in students? *Computers in Human Behavior*, *29*, 632-638. Op 27-05-2016 verkregen via: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2012.10.023>
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Willis, C., & Adams, A. (2004). A structural analysis of working memory and related cognitive skills in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, *87*, 85-106. doi:10.1016/j.jecp.2003.10.002
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, *4*, 417-423. doi:10.1016/S1364-6613(00)01538-2
- Baddeley, A. D. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of Communication Disorders*, *36*, 189-208. doi:10.1016/S0021-9924(03)00019-4
- Blakemore, S. J., & Frith, U. (2005). *The Learning brain: lessons for education*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Centraal Bureau voor de Statistiek [CBS] (2015). *Basisonderwijs; (achterstands)leerlingen*. Op 27-01-2016 verkregen via: <http://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?VW=T&DM=SLNL &PA=37846sol&D1=1-4&D2=a&D3=0&D4=a,!0-3&HD=160127-0839&HDR=G2,T,G1&STB=G3>
- CITO Primair en Speciaal Onderwijs (2013). *Toetsscore, vaardigheidsscore, en dan?* Op 27-01-2016 verkregen via: <http://www.cito.nl/onderwijs/primair%20onderwijs>
- Danielsson, H., Zottarel V., Palmqvist L., & Lanfranchi S. (2015). The effectiveness of working memory training with individuals with intellectual disabilities – a meta-analytic review. *Frontiers in Psychology*, *6*, 1-10. doi:10.3389/fpsyg.2015.01230
- De Smedt, B., Janssen, R., Bouwens, K., Verschaffel, L., Boets, B., & Ghesquire, P. (2009). Working memory and individual differences in mathematics achievement: A longitudinal study from first grade to second grade. *Journal of Experimental Child Psychology*, *103*, 186-201. doi:10.1016/j.jecp.2009.01.004
- DeStefano, D., & LeFevre, J. (2004). The role of working memory in mental arithmetic. *European Journal of Cognitive Psychology*, *16*, 353-386. doi:10.1080/09541440244000328
- De Vos, T. (1992). *Tempo Test Rekenen (TTR)*. Nijmegen: Berkhout.
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS*. Londen: SAGE Publications Ltd.
- Van Den Bos, I., Van Der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2013). Working memory and mathematics in primary school children: A meta-analysis. *Educational Research Review*, *10*, 29-44. doi:10.1016/j.edurev.2013.05.003



- Fürst, A. J., & Hitch, G. D. (2000). Separate roles for executive and phonological components of working memory in mental arithmetic. *Memory and Cognition*, 28, 774-782. doi:10.3758/BF03198412
- Gathercole, S. E., & Alloway, T.P. (2008). *Working memory and learning: A teacher's guide*. Londen: Sage Publishing.
- Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2000). Working memory deficits in children with low achievements in the national curriculum at 7 years of age. *British Journal of Educational Psychology*, 70, 177-194. Op 27-05-2016 verkregen via: [https://www.york.ac.uk/res/wml/gathercole,%20pickering%20\(2000\).pdf](https://www.york.ac.uk/res/wml/gathercole,%20pickering%20(2000).pdf)
- Grigorenko, E.L. (2010). Triangulating developmental dyslexia: behavior, brain, and genes. In Coch, D., Dawson, G., & Fischer, K.W. (Eds.). *Human Behavior, learning, and the developing brain* (pp. 117-144). New York: The Guilford Press.
- Gullick, M. M., Sprute, L. A., & Temple, E. (2011). Individual differences in working memory, nonverbal IQ and mathematics achievement and brain mechanisms associated with symbolic and nonsymbolic number processing. *Learning and Individual Differences*, 21, 644-654. doi:10.1016/j.lindif.2010.10.003
- Janssen, J., Verhelst, N., Engelen, R. & Scheltens, F. (2010). *Wetenschappelijke verantwoording van de toetsen LOVS Rekenen-Wiskunde voor groep 3 tot en met 8*. Arnhem: Cito.
- Johnson, M.H. (2011). *Developmental Cognitive Neuroscience*. Chichester: Wiley-Blackwell Publishing Ltd.
- Jungle Memory (2011). *Werkgeheugen in de school*. Op 30-01-2016 verkregen via: [http://lb.junglememory.com/pages/general\\_content\\_area?content\\_area\\_id=46](http://lb.junglememory.com/pages/general_content_area?content_area_id=46)
- Melby-Lervåg, M., & Hulme, C. (2013). Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental Psychology*, 49, 270-291. doi:10.1037/a0028228
- Morrison, A. B., & Chein, J. M. (2011). Does working memory training work? The promise and challenges of enhancing cognition by training working memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 18, 46-60. doi:3758/s13423-010-0034-0
- Nederlands Jeugd Instituut [NJI], 2011. *Cogmed RM*. Op 27-01-2016 verkregen via: <http://www.nji.nl/nl/Databanken/Databank-Effectieve-Jeugdinterventies/Erkende-interventies/Cogmed-RM>
- Neuman, W. L. (2012). *Understanding Research*. Boston: Pearson education, Inc.
- Onderwijsraad, 2011. *Een stevige basis voor elke leerling*. Op 27-01-2016 verkregen via: <https://www.onderwijsraad.nl/publicaties/2011/een-stevige-basis-voor-iedere->

leerling/item256

- Pascoe, L., Roberts, G., Doyle, L. W., Lee, K. J., Thompson, D. K., Seal, ... Anderson, P. J. (2013). Preventing academic difficulties in preterm children: A randomised controlled trial of an adaptive working memory training intervention – IMPRINT study. *BMC Pediatrics*, *13*. doi:10.1186/1471-2431-13-144
- Purpura, D. J., & Ganley, C. M. (2014). Working memory and language: Skill-specific or domain-general relations to mathematics? *Journal of Experimental Child Psychology*, *122*, 104-121. doi:10.1016/j.jecp.2013.12.009
- Rotzer, S., Loenneker, T., Kucian, K., Martin, E., Klaver, P., & Von Aster, M. (2009). Dysfunctional neural network of spatial working memory contributes to developmental dyscalculia. *Neuropsychologia*, *47*, 2859-2865. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2009.06.009
- Smidts, D. P., & Huizinga, M. (2009). *BRIEF: Vragenlijst executieve functies voor 5-tot 18 jarigen*. Amsterdam: Hogrefe Uitgevers
- Schwaighofer, M., Fischer, F., & Böhner, M. (2015). Does working memory training transfer? A meta-analysis including training conditions as moderators. *Educational Psychologist*, *50*, 138-166. doi:10.1080/00461520.2015.1036274
- Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. H., Jolani, S., & Van Luit, J. E. (2015a). The Monkey game: A computerized verbal working memory task for self-reliant administration in primary school children. *Behavior Research Methods*, 1-16. doi:10.3758/s13428-015-0607-y
- Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. H., Prast, E. J., & Van Luit, J. E. (2014). Validity and reliability of an online visual-spatial working memory task for self-reliant administration in school-aged children. *Behavior Research Methods*, *47*, 708-719. doi:10.3758/s13428-014-0469-8
- Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. (2015b). Verbal and visual-spatial working memory and mathematical ability in different domains throughout primary school. *Memory & Cognition*, *43*, 367-378. doi:10.3758/s13421-014-0480-4
- Van Groenestijn, M., Borghouts, C., & Janssen, C. (2011). Protocol Ernstige RekenWiskundeproblemen en Dyscalculie. Assen: Koninklijke Van Gorcum BV.
- Viterbori, P., Usaj, M.C., Traverso, L., & De Franchis, V. (2015). How preschool executive functioning predicts several aspects of math achievement in grades 1 and 3: A longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology*, *140*, 38-55.

doi:10.1016/j.jecp.2015.06.014

Wilson, A. J., Dehaene, S. (2010). Number sense and developmental dyscalculia. In D. Coch, G. Dawson, & K. W. Fischer (Eds.). *Human Behavior, learning, and the developing brain* (pp. 212-238). New York: The Guilford Press.